

CHRISTINE KENTER, CHRISTA HOFFMANN  
Institute of Sugar Beet Research  
Holtenser Landstraße 77  
D – 37079 GÖTTINGEN

**Original language: English**

## **CAUSES OF CHANGES IN THE MARC CONTENT OF SUGAR BEET**

### **ABSTRACT**

Beet marc is the part of the beet root which remains after full extraction of all soluble parts from brei. It consists mainly of cell wall components such as cellulose, hemicellulose and lignin. Marc forms the beet pulp and is thus the second most valuable product in the sugar beet after sugar. In Germany, the amount of pulp produced in a sugar factory is estimated and paid by a general figure, since no routine method for marc determination in the factory exists. This figure was derived in the 1980s. However, calculations from the sugar industry for the past decade show that the actual pulp production was lower than estimated by the general figure. The aim of the present study was thus to identify which factors influence the marc content of sugar beet and to investigate if marc content has changed in recent years. In 2006 and 2007, pot experiments and field trials have been conducted. Field trials at 3 locations in Germany with 6 current varieties and 3 levels of N application showed a positive correlation between marc and sucrose content. In another field trial and in pot experiments, older (registration 1964 and 1987) and current varieties were grown. The results show that breeding progress led to higher root yield, slightly higher sucrose content and lower marc content in the beet. Thus, the positive correlation between marc and sucrose does not hold if older and current varieties are compared. To study whether the selection for higher sugar yield has changed the cell structure in the beet root, number and diameter of the cambium rings in the beet were determined. For the 6 current varieties, both marc and sucrose content decreased significantly with increasing ring diameter. The comparison of older and current varieties also showed a negative correlation between ring diameter and marc content, but no relationship between ring diameter and sucrose content was found. Thus, breeding may have increased the optimal cell volume for sucrose storage. Current, higher-yielding varieties have larger rings which include less cell wall material than older varieties and thus, constant or increasing sucrose content is associated with low marc content.

---

## **CAUSE DES CHANGEMENTS EN TENEUR DE MARC DE BETTERAVES SUCRIÈRES**

### **ABRÉGÉ**

Le marc de betteraves sucrières se compose des éléments non-hydrosolubles de la paroi cellulaire, surtout de la cellulose, de la hémicellulose et de la lignine. Le marc constitue la pulpe dans les sucreries, qui est le coproduit le plus important dans le processus de la fabrication de sucre. En Allemagne, la quantité de pulpe est estimée et rémunérée par un facteur forfaitaire, du fait qu'une détermination de la quantité de pulpe n'est pas possible dans la routine de la sucrerie. Ce procédé a été développé dans les années 1980. Néanmoins, pendant les années passées la quantité de pulpe a souvent été surestimée. Le but de cette recherche conduit en 2006 et 2007 dans les essais de pots et de champs était donc de trouver les facteurs qui déterminent la teneur en marc des betteraves sucrières et de découvrir si la teneur en marc a diminué au fil du temps. Les essais en champs sur 3 sites en Allemagne avec 6 variétés actuelles et avec 3 taux de fertilisant ont montré une corrélation positive entre les teneurs en marc et en saccharose. Dans un autre essai de champs et dans les essais de pots, des variétés actuelles et plus anciennes (date d'homologation entre 1964 et 1987) ont été cultivées. Il s'est avéré, que le rendement des betteraves sucrières a été augmenté par le progrès en sélection, que la teneur de saccharose a été augmentée faiblement et qu'il y a eu un abaissement des teneurs en marc. La corrélation positive entre la teneur en marc et en saccharose n'existe donc pas lorsqu'on compare les variétés anciennes et actuelles. Pour déterminer si l'amélioration génétique du rendement sucre a changé la structure cellulaire, la quantité des anneaux de cambium et la distance entre ceux-ci ont été déterminée. Avec un diamètre croissant des anneaux, les teneurs en

marc et en saccharose ont baissé de façon significative chez les 6 variétés actuelles. Une comparaison entre les variétés plus anciennes et les variétés actuelles a aussi extériorisé une corrélation négative entre le diamètre des anneaux et la teneur en marc. Cependant il n'y a pas eu de relation entre le diamètre des anneaux et la teneur en saccharose. Probablement le volume cellulaire optimal pour l'accumulation de sucre a été augmenté pendant le processus de la sélection. Les variétés actuelles avec un rendement élevé ont des anneaux plus larges qui contiennent moins de matière de la paroi cellulaire que les variétés plus anciennes. C'est pourquoi une teneur stable ou croissant en saccharose est accompagné d'un abaissement de la teneur en marc.

---

## **URSACHEN FÜR DIE VERÄNDERUNG DES MARKGEHALTES VON ZUCKERRÜBEN**

### **KURZFASSUNG**

Als Mark werden die wasserunlöslichen Bestandteile der Zuckerrübe bezeichnet. Es besteht aus Zellwandbestandteilen, im wesentlichen Zellulose, Hemizellulose und Lignin. Das Mark fällt in der Zuckerfabrik als Schnitzel an, die das wichtigste Nebenprodukt der Zuckererzeugung darstellen. In Deutschland wird die Schnitzmenge über einen pauschalen Faktor geschätzt und vergütet, weil die Markbestimmung in der Fabrikroutine nicht möglich ist. Dieser Faktor wurde in den 1980er Jahren entwickelt. In den letzten Jahren war der tatsächliche Schnitzelanfall jedoch vielfach deutlich niedriger als vorausgeschätzt. Ziel der Untersuchungen war es daher, zu klären, welche Faktoren den Markgehalt von Zuckerrüben beeinflussen und ob er im Laufe der Zeit zurückgegangen ist. Dazu wurden 2006 und 2007 Gefäß- und Feldversuche durchgeführt. Feldversuche an 3 Standorten in Deutschland mit 6 aktuellen Sorten und 3 N-Düngungsstufen zeigten eine positive Korrelation zwischen den Gehalten an Mark und Saccharose. In einem weiteren Feldversuch und in den Gefäßversuchen wurden ältere (Zulassung 1964 und 1987) und aktuelle Sorten angebaut. Hier zeigte sich, dass der Zuchtfortschritt zu einem Anstieg des Rübenenertrages, einem leichten Anstieg im Saccharosegehalt und zu einem Rückgang im Markgehalt geführt hat. Die positive Korrelation zwischen den Gehalten an Mark und Saccharose besteht damit nicht, wenn ältere und aktuelle Sorten verglichen werden. Um zu prüfen, ob die Selektion auf hohen Zuckerertrag die Zellstruktur verändert hat, wurden Anzahl und Abstand der Kambiumringe in der Rübe bestimmt. Bei den 6 aktuellen Sorten gingen Mark- und Saccharosegehalt mit steigendem Ringdurchmesser signifikant zurück. Der Vergleich älterer und aktueller Sorten zeigte ausserdem eine negative Korrelation zwischen Ringdurchmesser und Markgehalt, es bestand jedoch keine Beziehung zwischen Ringdurchmesser und Saccharosegehalt. Der Züchtungsprozess hat möglicherweise das optimale Zellvolumen für die Zuckerspeicherung erhöht. Aktuelle Sorten mit hohem Ertrag haben breitere Ringe, die weniger Zellwandmaterial enthalten als ältere Sorten. Daher geht ein konstanter oder steigender Saccharosegehalt mit einem Rückgang des Markgehaltes einher.

---